

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-120509

(P2003-120509A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003.4.23)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
F 0 3 D 11/00		F 0 3 D 11/00	Z 3 H 0 7 8
1/06		1/06	A
11/04		11/04	A

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-316110(P2001-316110)

(22) 出願日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(71) 出願人 000006208

三菱重工株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 上田 悦紀

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号 三  
菱重工株式会社内

(72) 発明者 藤川 卓爾

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号 三  
菱重工株式会社内

(74) 代理人 100102864

弁理士 工藤 実 (外1名)

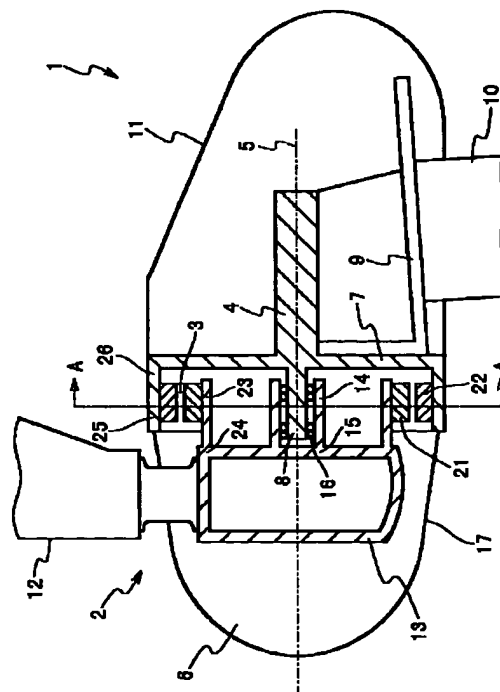
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 風力発電装置

(57) 【要約】

【課題】 風力発電装置の強度を向上させること。

【解決手段】 風により回転する風車ロータ(6)と、回転磁界を生成する回転子(21)と回転磁界により誘導電流を生成する固定子(22)とを有する同期発電機(3)と、回転子(21)が固着される円筒である回転子ブラケット(23)とを具備している。回転子ブラケット(23)は、円筒の端(24)が風車ロータ(6)に直接に固着されている。この回転子ブラケット(23)は、回転子(21)の回転半径を大きくし、構造を簡単にし、強度を向上させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 風により回転する風車ロータと、  
回転磁界を生成する回転子と前記回転磁界により誘導電  
流を生成する固定子とを有する同期発電機と、  
前記回転子が固着される円筒である回転子ブラケットと  
を具備し、  
前記回転子ブラケットは、前記円筒の端が前記風車ロー  
タに直接に固着される風力発電装置。

【請求項2】 請求項1において、  
端が前記風車ロータに直接に固着される円筒形の軸ブラ  
ケットと、  
前記軸ブラケットの内部に回転運動可能に挿入され、回  
転軸を中心に回転可能に前記風車ロータを支持する嵌合  
部分と、  
前記嵌合部分に同体に接合される支持板部分と、  
前記支持板部分に同体に接合される固定子ブラケットと  
を更に具備し、  
前記固定子ブラケットは、前記回転軸に対し前記回転子  
の外側に前記固定子を配置する風力発電装置。

【請求項3】 請求項2において、  
前記軸ブラケットは、前記回転子ブラケットの内側に配  
置される風力発電装置。

【請求項4】 請求項3において、  
端板と、  
鉛直方向を中心にして前記端板を回転可能に支持するタ  
ワーとを更に具備し、  
前記支持板部分は、前記端板と一体であり兼用される風  
力発電装置。

【請求項5】 請求項3または請求項4のいずれかにおい  
て、  
前記軸ブラケットは、前記回転子ブラケットと一体であ  
り兼用され、  
前記嵌合部分は、前記支持板部分に同体に結合される円  
筒形の嵌合ブラケットである風力発電装置。

【請求項6】 請求項3～請求項5のいずれかにおいて、  
他の回転子が固着される円筒である他の回転子ブラケッ  
トと、  
他の固定子が固着される円筒である他の固定子ブラケッ  
トとを更に具備し、  
前記同期発電機は、前記他の回転子と前記他の固定子と  
を有し、  
前記他の回転子ブラケットは、前記円筒の端が前記風車  
ロータに直接に固着され、  
前記他の固定子ブラケットは、前記円筒の端が前記支持  
板部分に直接に固着され、  
前記他の回転子の回転半径は、前記回転子の回転半径と  
異なる風力発電装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、風力発電装置に関

し、特に、同期発電機を用いて発電する風力発電装置に  
関する。

## 【0002】

【従来の技術】 風車は、自然エネルギーから回転動力を  
生成するために古くから利用され、近年、風力を電力に  
変換する風力発電装置が広く利用されている。その風力  
発電装置は、供給する電力の規模の拡大や、質の向上が  
望まれている。一般的に、電力需要が大きい（電力系統  
容量が大きい）地域やウィンドファーム用では、誘導発  
電機を用いて発電される。誘導発電機は、構造が簡単で  
あり、安価であり経済的に優れる。

【0003】 しかしながら、誘導発電機は、励磁用の電  
力を取得するため送電系統と繋いで用いる必要があり、  
単独では運転できない。さらに、誘導発電機は、風速の  
変動によりトルクが変動して出力が変動し、離島に例示  
される電力需要が小さい（電源系統容量が小さい）地域  
では、送電系統に電力を投入する時に電圧が降下する突  
入電流などの外乱を与えるので系統側からみて適当な電  
源とはいえない。

20 【0004】 誘導発電機が適用されている風力発電装置  
は、風車の回転数が一定であり、要求される交流電力の  
周波数に適合した回転運動に変換して発電機に伝達する  
ギアを備えている。そのギアは、騒音を発生してうるさ  
い。さらに、民家が近いときには、より騒音が小さいこ  
とが望まれている。さらにギアは、故障率が高い。こ  
のため、そのギアは、使用しないことが望まれている。  
ギアを備えていない風力発電装置は、故障率を低減する  
ことができ、メンテナンス費用を低減することができ  
る。

30 【0005】 このため、出力変動を低減した電力が供給  
することができる可変速風力発電装置が注目されてい  
る。可変速風力発電装置としては、風速の変動に追随す  
ることができる同期発電機を用いて風力発電する同期風  
力発電装置の実用化が望まれている。

【0006】 図5は、同期発電機が適用された公知の風  
力発電装置を示している。その風力発電装置101は、  
風車102が同期発電機103とともに設けられてい  
る。風車102は、固定系104と回転軸105を中心  
に回転するロータ系106とから形成されている。固定  
系104は、支持板部分107と嵌合部分108とを備  
えている。嵌合部分108は、回転軸105を軸とする  
円柱を形成している。支持板部分107は、端板109  
に固定されている。端板109は、鉛直方向を軸に回転  
可能にタワー110に支持されている。タワー110  
は、地表に固定されて建造されている。端板109は、  
ナセル111と同体に固定されている。ナセル111  
は、同期発電機103内部に格納し、同期発電機103  
が風雨に曝されることを防止している。

【0007】 ロータ系106は、複数の翼112と風車  
ロータ113とを備えている。複数の翼112は、風車

ロータ113に同体に接合されている。翼112は、回転軸105と平行である風を受けると、風車ロータ113が回転軸105を中心に回転する方向に揚力を発生させる。風車ロータ113は、軸ブラケット114を備えている。軸ブラケット114は、円筒を形成し、その円筒の一方の端115は、風車ロータ113に同体に接合されている。軸ブラケット114は、内側に嵌合部分108が挿入され、軸受け116を介して嵌合部分108に滑り運動可能に支持されている。このため、ロータ系106は、回転軸105を中心に回転運動可能である。ロータ系106は、さらに、ロータカバー117を備えている。ロータカバー117は、風車ロータ113に同体に接合され、風車ロータ113を風雨に曝されることを防止し、ナセル111の内部に雨水の侵入を防止している。

【0008】同期発電機103は、回転子121と固定子122とを備えている。回転子121は、円盤状である発電機ロータ123に同体に接合されている。発電機ロータ123は、円盤の中心部分に貫通する孔が設けられ、その孔の内側壁面が軸ブラケット114に接合されている。固定子122は、円筒を形成している固定子ブラケット125に同体に接合されている。固定子ブラケット125は、円筒の一方の端126が支持板部分107に同体に接合されている。

【0009】図6は、同期発電機103を詳細に示している。同期発電機103は、固定子ブラケット125が回転軸105を中心とする円周上に固定子122を配置している。固定子122は、複数のコイルから形成され、その隣接するコイルは、互いに所定のピッチだけ離れている。発電機ロータ123は、固定子122が形成する円周の内側の同心円上に回転子121を配置している。回転子121は、多極（たとえば、96極）の磁石から形成され、その隣接する磁石は、互いに極が異なり所定のピッチだけ離れている。

【0010】固定子122は、固定子ブラケット125と嵌合部分108とに固定されている。回転子121は、発電機ロータ123と軸ブラケット114とともに回転軸105を中心に回転可能である。回転子121が固定子122に対して運動することにより、固定子122のコイルには、それぞれ誘導電流が発生し、同期発電機103はその誘導電流を交流電力として出力する。回転子121は、多極であることにより、回転子121の角速度が小さいときにも、同期発電機103は周波数が十分に高い交流電力を生成することができる。

【0011】ナセル111は、回転軸105が風向に概ね平行になるように、タワー110に対して回転する。風車102の翼112は、風を受けると揚力を生成し、ロータ系106を回転させる。同期発電機103は、ロータ系106の回転により、回転子121が回転し、交流電力を生成する。風車102のロータ系106は風速

の変動により回転数が変動し、同期発電機103が出力する交流電力は周波数が変化する。この交流電力は、AC-DC-ACリンクでのPWM (Pulse Width Modulation) 制御により、所定の周波数・電圧に制御されて送電系統に接続される。このような動作により、突風に例示される風力の変動は、ロータ系6の回転の運動エネルギーの変動に変換して、電力に変換される。このため、風力の変動が風力発電装置1の強度に及ぼす影響が軽減され、電力系統に及ぼす影響が軽減される。さらに、インバータを介して電力送電系統に交流電力が投入するため、突入電流は発生しない。

【0012】図7のグラフは、風速と風力発電装置101により適用される同期発電機103が出力する電力との関係を示している。風速は、時間とともに変動し、同期発電機103が出力する電力もその風速の変動とともに変動する。しかしながら、風車は、回転の慣性力を一時的に蓄えており、回転速度を均一化している。このため、風車の回転は、風による回転力を吸収または放出し、回転変動を小さくする（フライホイール効果）。この結果、出力の変動の幅は、風力の変動の幅より小さくなる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、構造が簡単である風力発電装置を提供することにある。本発明の他の課題は、同期発電機の強度を向上する風力発電装置を提供することにある。本発明のさらに他の課題は、同期発電機を軽量化する風力発電装置を提供することにある。本発明のさらに他の課題は、同期発電機を小型化する風力発電装置を提供することにある。本発明のさらに他の課題は、同期発電機の小型化し、かつ、製造コストを低減する風力発電装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】以下に、[発明の実施の形態]で使用される番号・符号を用いて、課題を解決するための手段を説明する。これらの番号・符号は、[特許請求の範囲]の記載と[発明の実施の形態]の記載との対応関係を明らかにするために付加されたものであり、[特許請求の範囲]に記載されている発明の技術的範囲の解釈に用いてはならない。

【0015】本発明による風力発電装置は、風により回転する風車ロータ(6)と、回転磁界を生成する回転子(21)と回転磁界により誘導電流を生成する固定子(22)とを有する同期発電機(3)と、回転子(21)が固着される円筒である回転子ブラケット(23)とを具備している。回転子ブラケット(23)は、円筒の端(24)が風車ロータ(6)に直接に固着されている。回転子ブラケット(23)は、回転子(21)が実質的に直接に固着され、回転子(21)の回転半径を大きくしている。回転子ブラケット(23)は、さらに、風力発電装置(1)を風車ロータ(6)から回転動力を

伝達する軸を介して回転子(21)を回転させる構造より簡単にし、強度を向上させる。

【0016】本発明による風力発電装置は、端(15)が風車ロータ(6)に直接に固着される円筒形の軸ブラケット(14)と、軸ブラケット(14)の内部に回転運動可能に挿入され、回転軸(5)を中心に回転可能に風車ロータ(6)を支持する嵌合部分(8、32)と、嵌合部分(8、32)に同体に接合される支持板部分(7)と、支持板部分(7)に同体に接合される固定子ブラケット(25)とを更に具備している。固定子ブラケット(25)は、回転軸(5)に対し回転子(21)の外側に固定子(22)を配置することが好ましい。

【0017】軸ブラケット(14)は、回転子ブラケット(21)の内側に配置されることが好ましい。

【0018】本発明による風力発電装置は、端板(9)と、鉛直方向を中心にして端板(9)を回転可能に支持するタワー(10)とを更に具備している。支持板部分(7)は、端板(9)と一体であり兼用される。このとき、端板(9)と支持板部分(7)との接合部分は、構造が簡単になり、重量を低減することができて好ましい。

【0019】軸ブラケット(14)は、回転子ブラケット(23)と一体であり兼用されている。嵌合部分は、支持板部分(7)に同体に結合される円筒形の嵌合ブラケット(32)である。このとき、風車(2)は、構造がより簡単であり、より軽量である。

【0020】本発明による風力発電装置は、回転子(43)が固着される円筒である回転子ブラケット(45)と、固定子(44)が固着される円筒である固定子ブラケット(47)とを更に具備している。同期発電機(3)は、回転子(43)と固定子(44)とを有し、回転子ブラケット(45)は、円筒の端(46)が風車ロータ(6)に直接に固着され、固定子ブラケット(47)は、円筒の端(48)が支持板部分(7)に直接に固着されている。回転子(43)の回転半径は、回転子(21)の回転半径と異なる。風車ロータ(6)の回転軸(5)方向の長さを長くしないで、同期発電機(3)の容量を増加させることができ、好ましい。

【0021】

【発明の実施の形態】図面を参照して、本発明による風力発電装置の実施の形態を説明する。その風力発電装置1は、図1に示されているように、風車2が同期発電機3とともに設けられている。風車2は、固定系4と回転軸5を中心に回転するロータ系6とから形成されている。固定系4は、支持板部分7と嵌合部分8とを備えている。嵌合部分8は、回転軸5を軸とする円柱を形成している。支持板部分7は、端板9に固定されている。端板9は、鉛直方向を軸に回転可能にタワー10に支持されている。タワー10は、地表に固定されて建造されている。端板9は、ナセル11と同体に固定されている。

ナセル11は、同期発電機3を内部に格納し、同期発電機3が風雨に曝されることを防止している。なお、端板9は、支持板部分7と兼用され、一体に形成されることができる。このとき、端板9と支持板部分7との接合部分は、構造が簡単になり、重量を低減することができる。

【0022】ロータ系6は、複数の翼12と風車ロータ13とを備えている。複数の翼12は、風車ロータ13に同体に接合されている。翼12は、回転軸5と平行である風を受けると、風車ロータ13が回転軸5を中心に回転する方向に揚力を発生させる。風車ロータ13は、軸ブラケット14を備えている。軸ブラケット14は、円筒を形成し、その円筒の一方の端15は、風車ロータ13に同体に接合されている。軸ブラケット14は、内側に嵌合部分8が挿入され、軸受け16を介して嵌合部分8に滑り運動可能に支持されている。このため、ロータ系6は、回転軸5を中心に回転運動可能である。ロータ系6は、さらに、ロータカバー17を備えている。ロータカバー17は、風車ロータ13に同体に接合され、風車ロータ13を風雨に曝されることを防止し、ナセル11の内部に雨水の侵入を防止している。

【0023】同期発電機3は、回転子21と固定子22とを備えている。回転子21は、円筒を形成している回転子ブラケット23に同体に接合されている。回転子ブラケット23は、円筒の一方の端24が風車ロータ13に同体に接合されている。このような回転子21の固定は、強度を向上させる。固定子22は、円筒を形成している固定子ブラケット25に同体に接合されている。固定子ブラケット25は、円筒の一方の端26が支持板部分7に同体に接合されている。

【0024】図2は、同期発電機3を詳細に示している。同期発電機3は、固定子ブラケット25が回転軸5を中心とする円周上に固定子22を配置している。固定子22は、複数のコイルから形成され、その隣接するコイルは、互いに所定のピッチだけ離れている。回転子ブラケット23は、固定子22が形成する円周の内側の同心円上に回転子21を配置している。回転子21は、多極(たとえば、96極)の永久磁石から形成され、その隣接する永久磁石は、互いに極が異なり所定のピッチだけ離れている。回転子21として電磁石ではない永久磁石を用いていることにより、同期発電機3は回転子21に電力を供給するスリップリングまたはブラシを必要としない。

【0025】固定子22は、固定子ブラケット25と嵌合部分8とに固定されている。回転子21は、回転子ブラケット23と軸ブラケット14とともに回転軸5を中心に回転可能である。回転子21が固定子22に対して運動することにより、固定子22のコイルには、それぞれ誘導電流が発生し、同期発電機3はその誘導電流を交流電力として出力する。回転子21は、多極であること

により、回転子21の角速度が小さいときにでも、同期発電機3は周波数が十分に高い交流電力を生成することができる。

【0026】この風力発電装置1は、同期発電機の径を大きくする円盤状の発電機ロータが設けられていない。このため、風車2と同期発電機3とに属するロータ系の構造を簡単にし、強度の向上、小型化、重量の軽減を可能にする。この結果、風車2と同期発電機3とを支持するタワー10の強度を増大させる必要がなく、タワー10の製造コストの増大を防止する。

【0027】ナセル11は、回転軸5が風向に概ね平行になるように、タワー10に対して回転する。風車2の翼12は、風を受けると揚力を生成し、ロータ系6を回転させる。同期発電機3は、ロータ系6の回転により、回転子21が回転し、交流電力を生成する。風車2のロータ系6は風速の変動により回転数が変動し、同期発電機3が出力する交流電力は周波数が変化する。この交流電力は、AC-DC-ACリンクでのPWM(Pulse Width Modulation)制御により、所定の周波数・電圧に制御されて送電系統に接続される。

【0028】このような動作により、突風に例示される風力の変動は、ロータ系6の回転の運動エネルギーの変動に変換して、電力に変換される。このため、風力の変動が風力発電装置1の強度に及ぼす影響が軽減され、電力系統に及ぼす影響が軽減される。さらに、インバータを介して電力送電系統に交流電力が投入するため、突入電流は発生しない。

【0029】図3は、風車の実施の他の形態を示している。その風車35は、風力発電装置31に適用され、軸ブラケットが回転子ブラケットと兼用されている。風車35は、固定系4と回転軸5を中心に回転するロータ系6とから形成されている。固定系4は、支持板部分7と嵌合ブラケット32とを備えている。嵌合ブラケット32は、回転軸5を軸とする円筒を形成し、円筒の一方の端33が支持板部分7に同様に接合されている。支持板部分7は、端板9に固定されている。

【0030】ロータ系6の風車ロータ13は、軸ブラケット36を備えている。軸ブラケット36は、円筒を形成し、その円筒の一方の端37は、風車ロータ13に同様に接合されている。軸ブラケット36は、内側に嵌合ブラケット32が挿入され、軸受け34を介して嵌合ブラケット32に滑り運動可能に支持されている。このため、ロータ系6は、回転軸5を中心に回転運動可能である。

【0031】このとき、端板9と支持板部分7との接合部分は、構造が簡単になり、重量を低減することができる。

【0032】図4は、同期発電機の実施の他の形態を示している。その同期発電機3は、風力発電装置41に適

用され、同期発電機3と同期発電機42とから形成されている。同期発電機3は、回転子21と固定子22とを備えている。回転子21は、円筒を形成している回転子ブラケット23に同様に接合されている。回転子ブラケット23は、円筒の一方の端24が風車ロータ13に同様に接合されている。固定子22は、円筒を形成している固定子ブラケット25に同様に接合されている。固定子ブラケット25は、円筒の一方の端26が支持板部分7に同様に接合されている。

10 【0033】同期発電機42は、回転子43と固定子44とを備えている。回転子43は、円筒を形成している回転子ブラケット45に同様に接合されている。回転子ブラケット45は、円筒の一方の端46が風車ロータ13に同様に接合されている。固定子44は、円筒を形成している固定子ブラケット47に同様に接合されている。固定子ブラケット47は、円筒の一方の端48が支持板部分7に同様に接合されている。

20 【0034】風力発電装置41は、同期発電機の回転軸5の方向の長さを増加させることなく、容量を増加することができる。なお、風力発電装置41は、同期発電機3の外側に同心円に $n$ 個( $n=1, 2, 3, \dots$ )の同期発電機をさらに設けることができる。このときも、風力発電装置41は、同期発電機の回転軸5の方向の長さを増加させることなく、容量を増加することができる。

【0035】

【発明の効果】本発明による風力発電装置は、同期発電機を軽量化、小型化することができる。その結果、タワーの強度を向上させる必要がなく、製造コストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

30 【図1】図1は、本発明による風力発電装置の実施の形態を示す断面図である。

【図2】図2は、同期発電機を示す図1のA-A線の断面図である。

【図3】図3は、本発明による風力発電装置の実施の他の形態を示す断面図である。

【図4】図4は、本発明による風力発電装置の実施のさらに他の形態を示す断面図である。

40 【図5】図5は、公知の風力発電装置の実施の形態を示す断面図である。

【図6】図6は、同期発電機を示す図5のB-B線の断面図である。

【図7】図7は、風速と公知の風力発電装置の出力との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

1：風力発電装置

2：風車

3：同期発電機

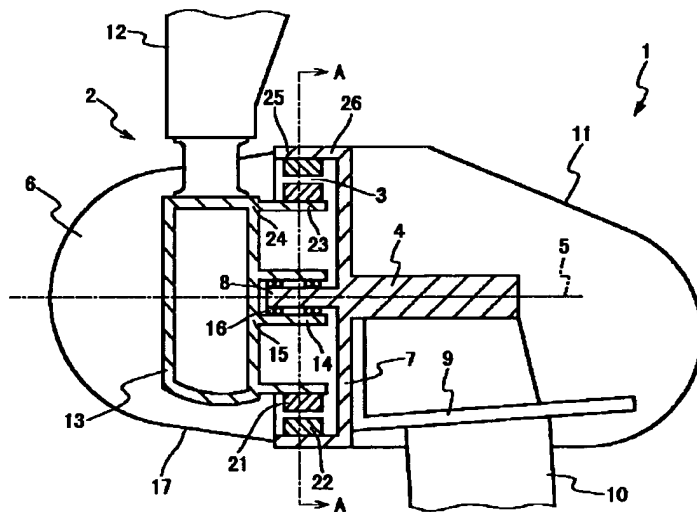
4：固定系

50 5：回転軸

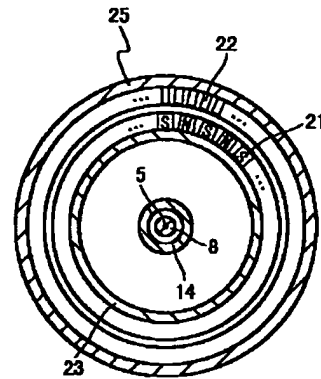
6:ロータ系  
7:支持板部分  
8:嵌合部分  
9:端板  
10:タワー  
11:ナセル  
12:翼  
13:風車ロータ

14:軸ブラケット  
15:端  
16:軸受け  
17:ロータカバー  
21:回転子  
22:固定子  
23:回転子ブラケット  
24:端

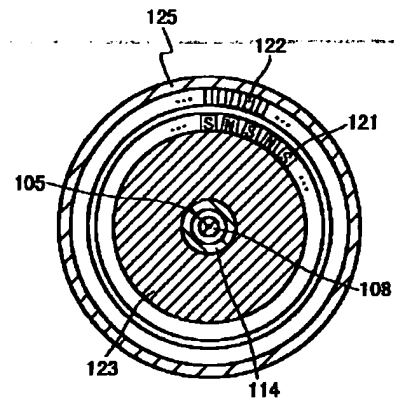
【図1】



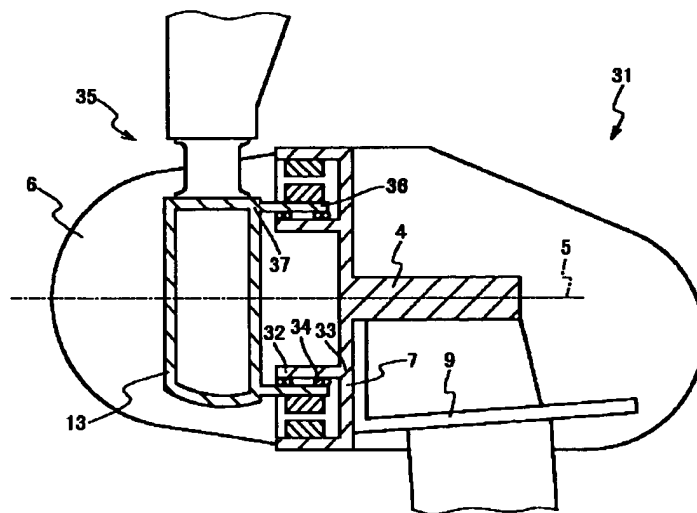
【図2】



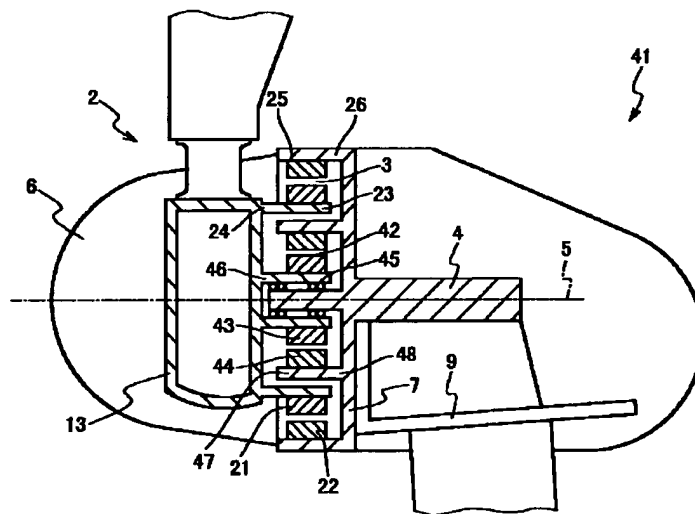
【図6】



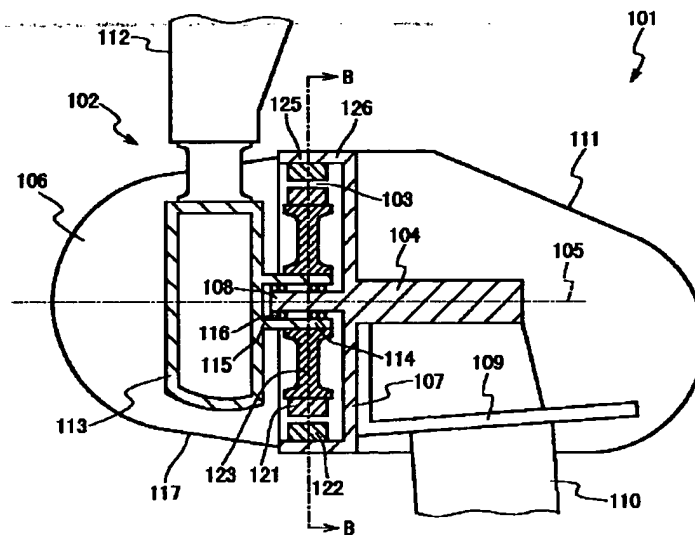
【図3】



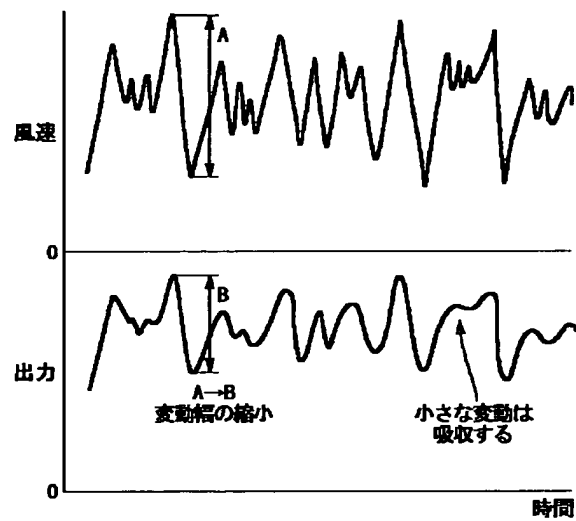
【図4】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 岩崎 信顕  
東京都千代田区丸の内二丁目5番1号 三  
菱重工株式会社内

(72)発明者 早川 公視  
長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工  
業株式会社長崎造船所内  
Fターム(参考) 3H078 AA02 AA26 BB12 CC01 CC12  
CC22 CC47



PAT-NO: JP02003120509A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003120509 A

TITLE: WIND POWER GENERATING DEVICE

PUBN-DATE: April 23, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
UEDA, ETSUNORI	N/A
FUJIKAWA, TAKUJI	N/A
IWASAKI, NOBUAKI	N/A
HAYAKAWA, HIROSHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI HEAVY IND LTD	N/A

APPL-NO: JP2001316110

APPL-DATE: October 12, 2001

INT-CL (IPC): F03D011/00, F03D001/06 , F03D011/04

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To increase strength of a wind power generation device.

SOLUTION: This wind power generation device is provided with a windmill rotor 6 rotating by wind a synchronous generator 3 including a rotor 21 generating a rotating magnetic field and a stator 22 generating induced current by the rotating magnetic field, and a cylindrical rotor bracket 23 having the rotor 21 fixed thereon. The rotor bracket 23 is directly fixed on the windmill rotor 6 at an end of the cylinder 24. The rotor bracket 23 makes a rotating radius of the rotor 21 large, simplifies a structure thereof and increases

strength thereof.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO